Décembre 2014 Série technique 14-104

Incidences des chauffe-eau à pompe à chaleur sur la consommation d'énergie globale de la maison

INTRODUCTION

Les chauffe-eau à pompe à chaleur sont une des options de chauffage de l'eau les plus éconergétiques actuellement offertes sur le marché canadien. Ils utilisent l'électricité pour faire circuler un fluide caloporteur dans une boucle et ainsi transférer la chaleur de l'air ambiant dans l'eau du réservoir. Puisqu'un chauffe-eau à pompe à chaleur peut transférer à l'eau plus d'énergie calorifique qu'il n'en consomme, l'efficacité du chauffage de l'eau, soit le coefficient de performance (COP), est supérieure à celle des réservoirs de stockage d'eau chaude traditionnels. Cependant, étant donné que les chauffe-eau à pompe à chaleur captent l'énergie de l'air intérieur, ils augmentent la charge de chauffage des locaux en hiver et réduisent la charge de climatisation en été.

La série d'essais dont il est ici question visait à examiner les incidences sur l'ensemble de la maison de l'utilisation d'un chauffe-eau à pompe à chaleur dans le sous-sol d'une maison R-2000 au Centre canadien des technologies résidentielles[1] (CCTR), y compris tout changement subséquent de la température ambiante du sous-sol et toute incidence sur la consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement. Les chercheurs ont émis l'hypothèse selon laquelle, étant donné que le fonctionnement de la pompe à chaleur dépend du déplacement de la chaleur d'un espace à un autre, les chauffe-eau à pompe à chaleur pourraient éventuellement avoir une incidence sur leur milieu ambiant et influer ainsi sur la température des pièces et sur les charges de climatisation et de chauffage de la maison. Par exemple, la chaleur qui est retirée du sous-sol pour chauffer l'eau pourrait refroidir la température de l'air dans le sous-sol et nécessiter un apport supplémentaire de chaleur du générateur d'air chaud. En été, le refroidissement supplémentaire de l'air par le chauffe-eau à pompe à chaleur pourrait contribuer au refroidissement général de la maison et compenser l'utilisation d'un système de climatisation.

PROGRAMME DE RECHERCHE

L'évaluation des chauffe-eau à pompe à chaleur a été effectuée au Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR) à Ottawa. La nature unique des maisons jumelles du CCTR permet non seulement d'étudier les économies d'énergie, mais aussi de dresser un tableau complet de la performance des maisons.

MÉTHODE

Deux chauffe-eau à pompe à chaleur différents ont été installés dans le sous-sol de la maison d'essais (voir la figure 1). Le premier système était un chauffe-eau à pompe à chaleur de 303 L (80 gallons américains) – soit le chauffe-eau à pompe à chaleur A – et le deuxième système avait une capacité plus petite de 189 L (50 gallons américains) – soit le chauffe-eau à pompe à chaleur B.

Pour déterminer les incidences de l'utilisation des chauffe-eau à pompe à chaleur, la performance des maisons du CCTR a d'abord été évaluée durant chaque saison

[1] Le Centre canadien des technologies résidentielles est dirigé conjointement par le Conseil national de recherches, Ressources naturelles Canada et la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Ce centre de recherche et de démonstration comporte deux maisons R-2000 identiques dotées d'une batterie d'instruments. On y simule l'occupation humaine pour évaluer la performance globale de nouvelles technologies au moyen d'essais menés en parallèle. Pour obtenir davantage d'informations sur les installations du CCTR, veuillez consulter le site Web http://www.ccht-cctr.gc.ca.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

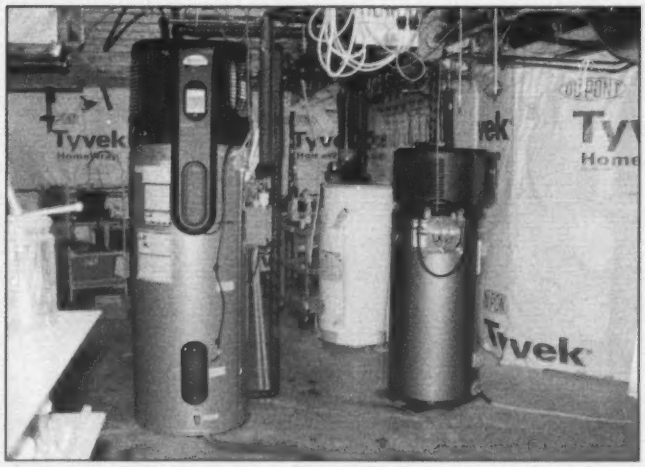

Figure 1 Chauffe-eau à pompe à chaleur installés dans le sous-sol de la maison d'essais du CCTR. (À gauche : chauffe-eau à pompe à chaleur A – 80 gallons américains / 303 L; à droite : chauffe-eau à pompe à chaleur B – 50 gallons américains / 189 L)

(la saison de chauffage et la saison de climatisation), dans des conditions identiques, en étant dotées d'un chauffe-eau à résistances électriques (270 L, soit 60 gal. imp.). Par la suite, l'eau dans la maison d'essais a été chauffée par le chauffe-eau à pompe à chaleur A ou B (pendant une période de deux semaines chacun), tandis que l'eau de la maison de référence a continué d'être chauffée par le chauffe-eau à résistances électriques standard.

Au cours de la période hivernale d'étalonnage et d'essais, les thermostats centraux ont été réglés à 22 °C (72 °F) et un générateur d'air chaud à condensation et à haut rendement au gaz (performance en régime permanent mesurée de 94 %) chauffait les locaux. En été, les thermostats centraux de chaque maison ont été réglés à 24 °C (75 °F) et un climatiseur d'air de deux tonnes ayant un taux de rendement énergétique saisonnier (TRES) de 13 produisait l'air froid. Le ventilateur du générateur d'air chaud a continuellement fait circuler l'air à faible vitesse lorsqu'il n'était pas en mode de chauffage ou de climatisation à vitesse élevée.

Des utilisations de l'eau ont été simulées au moyen des systèmes de simulation d'occupation des maisons jumelles. La consommation réaliste de l'eau à heures fixes pour le lave-vaisselle, la laveuse, les douches, les bains et les robinets représentait environ 230 L (51 gal. imp.) d'eau chaude par jour.

La consommation de gaz et d'électricité du générateur d'air chaud, la consommation d'électricité des chauffe-eau et la température de l'air dans les pièces ont été mesurées pendant toute la durée de l'expérience et de l'étalonnage.

CONSTATATIONS

Capacité de répondre à la demande en eau

Les deux chauffe-eau à pompe à chaleur ont pu répondre à la demande en eau prévue par le CCTR et ont fourni de l'eau à 53 °C (127 °F) (après le passage dans une vanne mélangeuse) à tous les robinets et appareils électroménagers de la maison. Même s'ils étaient tous deux munis d'un chauffage d'appoint à résistances électriques, celui-ci n'a pas été nécessaire pour satisfaire les charges de la maison et il ne s'est pas mis en fonction pendant l'expérience.

Changement localisé de la température de l'air dans le sous-sol

Les chauffe-eau à pompe à chaleur étaient situés dans le coin nord-est du sous-sol non fini. Lorsqu'ils fonctionnaient, ils produisaient de l'air frais. La température de l'air de sortie de la pompe à chaleur A était d'environ 16 °C (61 °F) et celle de la pompe à chaleur B, d'environ 12 °C (54 °F). Cette production d'air froid a influé sur la température de l'air du sous-sol dans les environs immédiats des chauffe-eau à pompe à chaleur, réduisant la température d'environ 2 °C (3,6 °F) à 17 °C (63 °F) en hiver et à 18 °C (64 °F) en été. La température de l'air ailleurs dans le sous-sol a diminué d'environ 1 °C (1,8 °F). Une fois le cycle de chaque pompe à chaleur achevé, les températures de l'air sont revenues à des températures comparables à celles dans le sous-sol de la maison de référence. Aucune incidence durable n'a été observée relativement à la température de la surface des fondations. En règle générale, les variations de température étaient provisoires et les autres secteurs de la maison n'ont pas été touchés.

Consommation électrique

Comparativement au chauffe-eau à résistances électriques standard, les chauffe-eau à pompe à chaleur ont fonctionné à une plus faible puissance électrique pendant des cycles plus longs. La consommation électrique du chauffe-eau à pompe à chaleur A était d'environ 1 000 W, celle du chauffe-eau à pompe à chaleur B, d'environ 500 W, et celle du chauffe-eau à résistances électriques, d'environ 4 000 W.

Économies de chauffage de l'eau

Les deux chauffe-eau à pompe à chaleur ont obtenu des résultats comparables. En hiver, ils ont consommé en moyenne 5,0 kWh par jour, soit des économies d'énergie de 61 % par rapport au chauffe-eau électrique traditionnel. En été, ils ont consommé en moyenne 4,3 kWh par jour, ce qui représente des économies d'énergie de 60 % par rapport au chauffe-eau électrique traditionnel.

Incidences sur les charges de chauffage et sur les coûts d'occupation

En hiver, les deux chauffe-eau à pompe à chaleur ont obtenu des résultats semblables. Comme prévu, les économies d'énergie associées au chauffage de l'eau ont été contrebalancées par une augmentation de la consommation énergétique du générateur d'air chaud pour le chauffage. Au cours de l'expérience, la consommation d'énergie du générateur d'air chaud a augmenté en moyenne de 23,7 MJ par jour (une augmentation de 6,6 %, soit 6,6 kWh par jour) en raison de l'utilisation des chauffe-eau à pompe à chaleur (voir la figure 2).

Lorsqu'on combine les économies d'énergie associées au chauffage de l'eau et l'augmentation de la charge de chauffage, les incidences du chauffe-eau à pompe à chaleur sur le bilan énergétique global de la maison sont considérées comme minimales. Cela signifie que, si les pièces étaient chauffées par un système à résistances électriques, aucune économie d'énergie ou de coûts ne serait réalisée. Cependant, puisque le chauffage des pièces est au gaz naturel, que le chauffage de l'eau est électrique et que les prix de l'énergie en Ontario au moment de la recherche étaient favorables au chauffage au gaz naturel, la réduction de la consommation d'énergie électrique pour le chauffage de l'eau et l'augmentation de la consommation de gaz naturel pour le chauffage des pièces donnent donc lieu à d'importantes économies de coûts d'environ 0,78 $ par jour (voir le tableau 1 pour connaître les tarifs énergétiques de janvier 2012 utilisés pour ces calculs).

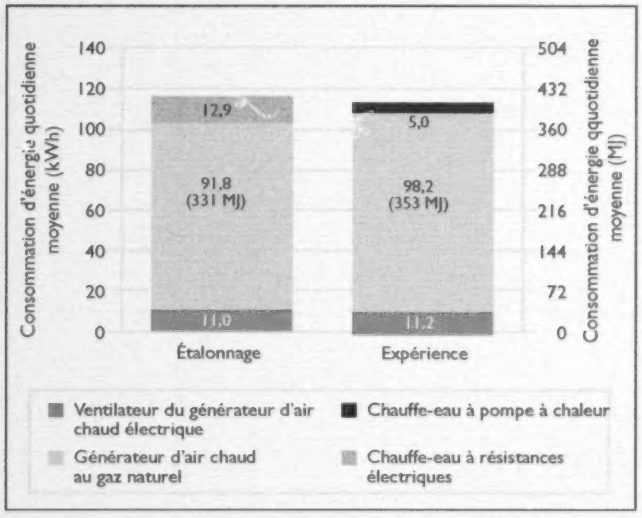

Figure 2 Consommation quotidienne moyenne durant l'expérience de la saison de chauffage

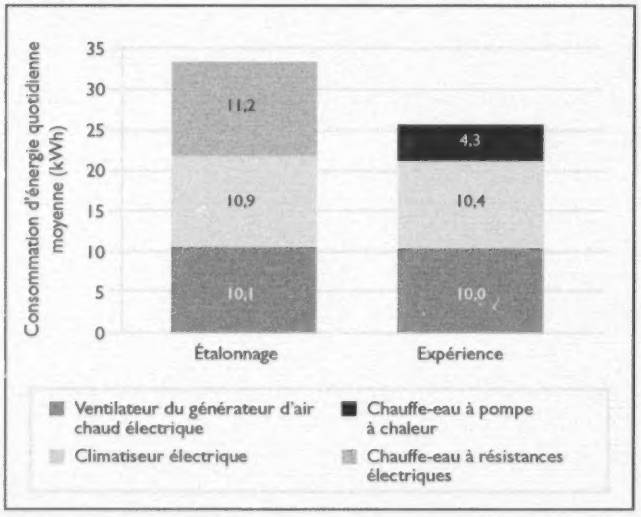

Figure 3 Consommation quotidienne moyenne durant l'expérience de la saison de climatisation

Incidences sur les charges de climatisation et sur les coûts d'habitation

En été, on a observé une faible incidence secondaire sur la consommation d'énergie pour le fonctionnement du système de climatisation. Le chauffe-eau à pompe à chaleur A a permis de réaliser des économies d'énergie de refroidissement de 1,3 kWh par jour (8,9 %) et le chauffe-eau à pompe à chaleur B, des économies d'énergie de refroidissement de 0,8 kWh par jour (2,8 %). Ces économies d'énergie sont toutes deux supérieures aux marges d'erreur des installations d'essais du CCTR et sont donc significatives.

Les économies d'énergie totales réalisées en été relativement au chauffage de l'eau et à la climatisation des pièces ont été d'environ 7,6 kWh par jour (25 %) (voir la figure 3), pour des économies de coûts moyennes d'environ 0,89 $ par jour (aux tarifs de 2012 à Ottawa, y compris les prix en fonction de l'heure de consommation; voir le tableau 1).

LIMITES DE L'ÉTUDE

L'incidence du chauffe-eau à pompe à chaleur variera selon les maisons et les installations mécaniques. Il faut donc faire preuve de prudence dans l'application des résultats à d'autres maisons, en raison de certaines particularités des installations du CCTR.

Voici quelques facteurs dont il faut tenir compte :

- Les maisons du CCTR sont construites selon les normes R-2000; elles conservent donc la chaleur plus longtemps que les maisons plus anciennes. L'utilisation d'un chauffe-eau à pompe à chaleur dans une maison moins éconergétique pourrait réduire l'incidence secondaire sur la consommation d'énergie globale de la maison et les économies de coûts.

Tableau 1 Tarifs des services publics au cours de la période de la recherche

Tarifs d'Hydro Ottawa (janvier 2012)

Heure de consommation (été)		Tarifs ($/kWh)	Transmission ($/kWh)	Frais de livraison d'Hydro Ottawa ($/kWh)	Frais de service de basse tension ($/kWh)	Frais réglementaires ($/kWh)	Règlement de la dette ($/kWh)	Total[1] ($/kWh)
Période creuse	19 h à 7 h	0,062	0,0108	0,0203	0,0002	0,0065	0,00694	0,10674
Période médiane	7 h à 11 h et 17 h à 19 h	0,092	0,0108	0,0203	0,0002	0,0065	0,00694	0,13674
Période de pointe	11 h à 17 h	0,108	0,0108	0,0203	0,0002	0,0065	0,00694	0,15274

[1] La tarification totale ne tient pas compte des frais fixes mensuels de 10,14 $.

Tarifs résidentiels du gaz d'Enbridge Gas Distribution Inc. (janvier 2012)

Consommation mensuelle de gaz en mètres cubes (m^3)	Coût (¢/m^3)	Frais d'approvisionnement en gaz (¢/m^3)	Transport jusqu'à Enbridge (¢/m^3)	Total[1] (¢/m^3)
30 premiers	8,2392	11,8492	6,1676	**26,256**
55 suivants	7,7807	11,8492	6,1676	25,7975
85 suivants	7,4215	11,8492	6,1676	25,4383
Plus de 170	7,154	11,8492	6,1676	25,1708

[1] La tarification totale ne tient pas compte des frais fixes mensuels de 20 $ facturés aux clients.

- Le programme du CCTR prévoit une série particulière de prélèvements d'eau chaude. Une quantité ou une fréquence de prélèvements d'eau différente influerait sur les économies d'énergie. Des charges d'eau chaude plus importantes pourraient nécessiter l'utilisation du serpentin de chauffage d'appoint à résistances, ce qui aurait une incidence négative sur le rendement et les économies de coûts associés au chauffage de l'eau.
- Les maisons du CCTR comportent un sous-sol non fini dont les murs sont isolés. La nature ouverte du sous-sol permet à l'air de se mélanger et de circuler librement. Si le chauffe-eau était isolé dans un espace plus petit, l'air froid produit par la pompe à chaleur pourrait éventuellement avoir une plus grande influence sur l'air ambiant et sur la température des surfaces.
- Le sous-sol au CCTR est considéré comme faisant partie de l'espace conditionné.
- L'air dans les maisons du CCTR circule continuellement. Le sous-sol est également muni d'un conduit de reprise et de trois conduits de distribution, ce qui permet de rétablir rapidement la température de l'air après chaque cycle du chauffe-eau à pompe à chaleur.
- L'étude n'a pas évalué les coûts du cycle de vie à long terme qui tiendraient compte des coûts d'entretien et de réparations. Ces coûts combinés aux coûts d'achat plus élevés des chauffe-eau à pompe à chaleur devraient être pris en compte dans toute décision d'achat.
- Le système de référence comprenait un chauffe-eau électrique. Une comparaison avec un chauffe-eau au gaz pourrait éventuellement présenter des résultats supérieurs en ce qui a trait aux économies d'énergie (en raison du rendement inférieur du chauffe-eau au gaz), mais également des économies de coûts considérablement plus faibles (en raison du coût comparativement faible du gaz naturel dans la région d'Ottawa).

CONCLUSIONS

Il ressort de ces essais que le chauffe-eau à pompe à chaleur n'a aucune incidence sur la consommation d'énergie globale d'une maison en hiver, mais qu'il réduit considérablement la consommation d'énergie globale d'une maison en été. L'incidence du chauffe-eau à pompe à chaleur variera selon les maisons et les installations mécaniques. Par conséquent, les résultats obtenus ne sont valables que pour les maisons jumelles du CCTR, et un logiciel de modélisation énergétique devrait être utilisé pour extrapoler les résultats à d'autres situations.

Les chauffe-eau à pompe à chaleur constituent une option de rechange éconergétique aux chauffe-eau électriques standard. Cependant, les coûts régionaux de l'énergie (gaz naturel et électricité), le besoin quotidien en eau chaude et le système de chauffage de la maison doivent être pris en compte dans le choix d'un système de chauffage de l'eau qui produit à la fois des économies d'énergie et des économies de coûts pour le propriétaire.

Le positionnement des chauffe-eau à pompe à chaleur doit être choisi avec soin. Comme la pompe à chaleur expulse de l'air froid, son emplacement doit permettre à l'air de circuler et de se mélanger avec l'air du reste de la maison. Cela aidera à minimiser l'air froid et les surfaces froides localisés en hiver et à maximiser l'avantage du refroidissement en été.

Étant donné ses longs cycles à une puissance électrique comparativement faible, le chauffe-eau à pompe à chaleur convient mieux aux systèmes de gestion de la consommation d'énergie que les chauffe-eau électriques standard (qui consomment beaucoup d'électricité sur une courte période). Une faible consommation d'énergie s'adapte plus facilement à un système photovoltaïque et permettra également l'utilisation de batteries de taille plus petite pour le stockage de l'électricité.

Dans les régions où des structures tarifaires en fonction de l'heure de consommation de l'électricité sont en place, il pourrait valoir la peine d'investir dans un chauffe-eau à pompe à chaleur à grand volume (par exemple 302,8 L [80 gal. US] ou un volume suffisant pour répondre à la demande de la famille pour une journée) et de ne permettre le réchauffage de l'eau que durant les périodes où le coût de l'électricité est faible. Cette possibilité devrait être explorée davantage afin de mieux quantifier les économies d'énergie et de coûts possibles.

CONSÉQUENCES POUR LE SECTEUR DE L'HABITATION

Les résultats de cette étude montrent que les chauffe-eau à pompe à chaleur peuvent offrir, selon leur application et les coûts des services publics, une option de rechange économique aux chauffe-eau traditionnels. Ainsi, les consommateurs et les constructeurs auront plus de choix quant aux options de chauffage de l'eau. Toutefois, plus d'informations sur les coûts d'achat, d'installation, d'utilisation, d'entretien et du cycle de vie du matériel seraient nécessaires pour mieux comprendre les coûts et les avantages relatifs des chauffe-eau à pompe à chaleur par rapport aux chauffe-eau plus traditionnels.

On peut obtenir le rapport complet sur cette étude auprès du Centre canadien des technologies résidentielles.

Directeur de projet à la SCHL : Martin Thomas
Ressources naturelles Canada

Représentant de la SCHL au sein du Comité de recherche technique du CCTR : Ken Ruest

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent Point en recherche fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

68221

©2014, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 16-12-14

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.